



# تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی تأسیسات برقی

(صلاحیت طراحی و نظارت)



- چاپ بیستم و یکم - ویرایش ششم
- آزمون بهمن ماه ۱۳۸۳ تا مهر ۱۳۹۸
- به همراه کلیدواژه

مؤلف:

● مهندس پرویز فروغی  
(اولین مدرس دوره‌های نظام مهندسی)



سرشناسه

عنوان و نام پدیدآور

وضعیت ویراست

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

شابک

وضعیت فهرست نویسی

یادداشت

یادداشت

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

رده بندی کنگره

رده بندی دیویی

شماره کتابشناسی ملی

فروغی، پرویز، ۱۳۴۷-

تشریح کامل سوالات آزمون‌های نظام مهندسی تأسیسات برقی (صلاحیت طراحی و نظارت).../مؤلف پرویز فروغی.

[ویراست ۶].

تهران: نوآور،

۵۰۴ ص

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۵۲-۰

فیفا

در ویراست قبلی سوده صداقتی سرشناسه بوده است.

چاپ هجدهم.

ساختمان‌ها -- تجهیزات برقی -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)

*Buildings -- Electric equipment -- Examinations, questions, etc. (Higher)*

تأسیسات -- استانداردها

*Buildings -- Mechanical equipment -- Standards*

۱۳۹۷ ص ۴ / ۳۵ / TK۴۰۳۵

۶۲۱/۳۱۹۲۴

۵۵۴۴۱۸۹

## تشریح کامل سوالات آزمون‌های نظام مهندسی تأسیسات برقی

مؤلف: مهندس پرویز فروغی

ناشر: نوآور

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا

نوبت چاپ: بیستم و یکم - ۱۳۹۸ - ویرایش ششم

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۵۲-۰

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای  
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸،  
طبقه دوم، واحد ۶ تلفن: ۹۲-۶۴۴۸۴۱۹۱، [www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و  
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به  
نشر نوآور می‌باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب  
(از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی،  
هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایل  
صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع  
بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

مرکز پخش:



نشر نوآور

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

[www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)

<https://telegram.me/noavarpub>

<https://www.instagram.com/noavarpub/>

## فراخوان مساعدت فرهنگی و علمی

### خواننده فرهیخته و بزرگوار

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد. با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارت بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی آن‌ها رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب و ویرایش شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به‌رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱  
[www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)  
[info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com)

## نکات مهم و کلیدی مباحث مقررات ملی ساختمان

- ۱- استانداردها، تعاریف و فرمول‌ها ..... ۱۴
- ۲- انشعابات برق ..... ۱۶
- ۳- ایمنی و اتصال زمین ..... ۱۹
- ۴- منابع تامین انرژی الکتریکی ..... ۲۷
- ۵- هادی‌های انتقال انرژی وسیگنال ..... ۳۱
- ۶- تجهیزات حفاظت و کنترل ..... ۳۶
- ۷- محاسبات اتصال کوتاه ..... ۴۲
- ۸- جبران‌سازی توان راکتیو ..... ۴۴
- ۹- سیستم روشنایی ..... ۴۸
- ۱۰- سیستم های جریان ضعیف ..... ۵۲
- ۱۱- آسانسور و پلکان برقی ..... ۶۲

## آزمون‌های ورود به حرفه مهندسان تأسیسات برق

- آزمون ... تأسیسات برقی بهمن ماه ۱۳۸۳ ..... ۷۰
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی بهمن ماه ۸۳ ..... ۸۰
- آزمون ... تأسیسات برقی آذر ماه ۱۳۸۴ ..... ۸۹
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی آذر ماه ۸۴ ..... ۹۷
- آزمون ... تأسیسات برقی شهریور ماه ۱۳۸۶ ..... ۱۰۶
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی شهریور ماه ۸۶ ..... ۱۱۶
- آزمون ... تأسیسات برقی اسفندماه ۱۳۸۷ ..... ۱۲۴
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی اسفندماه ۸۷ ..... ۱۳۱
- آزمون ... تأسیسات برقی خردادماه ۱۳۸۹ ..... ۱۴۱
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی خردادماه ۸۹ ..... ۱۵۰
- آزمون ... تأسیسات برقی اسفندماه ۱۳۸۹ ..... ۱۵۹
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی اسفندماه ۸۹ ..... ۱۶۶
- آزمون ... تأسیسات برقی آذرماه ۱۳۹۰ ..... ۱۷۸
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی آذرماه ۹۰ ..... ۱۸۷
- آزمون ... تأسیسات برقی شهریورماه ۱۳۹۱ ..... ۱۹۹
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی شهریورماه ۹۱ ..... ۲۰۴
- آزمون ... تأسیسات برقی اسفندماه ۱۳۹۱ ..... ۲۱۲
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی اسفندماه ۹۱ ..... ۲۲۰

- آزمون ... تأسیسات برقی آذرماه ۱۳۹۲ ..... ۲۲۹
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی آذرماه ۹۲ ..... ۲۳۹
- آزمون ... تأسیسات برقی خردادماه ۱۳۹۳ ..... ۲۴۷
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی خردادماه ۹۳ ..... ۲۵۵
- آزمون ... تأسیسات برقی آبان‌ماه ۱۳۹۳ ..... ۲۶۴
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی آبان‌ماه ۹۳ ..... ۲۷۲
- آزمون ... تأسیسات برقی مردادماه ۱۳۹۴ ..... ۲۸۲
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی مرداد ۹۴ ..... ۲۹۰
- آزمون ... تأسیسات برقی بهمن‌ماه ۱۳۹۴ ..... ۲۹۸
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی بهمن‌ماه ۴۹ ..... ۳۰۷
- آزمون ... تأسیسات برقی شهریورماه ۱۳۹۵ ..... ۳۱۸
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی شهریورماه ۹۵ ..... ۳۲۶
- آزمون ... تأسیسات برقی (نظارت) اسفندماه ۱۳۹۵ ..... ۳۳۶
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی (نظارت) اسفندماه ۹۵ ..... ۳۴۲
- آزمون ... تأسیسات برقی (طراحی) اسفندماه ۱۳۹۵ ..... ۳۵۱
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی (طراحی) اسفندماه ۹۵ ..... ۳۵۹
- آزمون ... تأسیسات برقی (نظارت) مهرماه ۱۳۹۶ ..... ۳۶۸
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی (نظارت) مهرماه ۹۶ ..... ۳۷۴
- آزمون ... تأسیسات برقی (طراحی) مهرماه ۱۳۹۶ ..... ۳۸۰
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی (طراحی) مهرماه ۹۶ ..... ۳۸۸
- آزمون ... تأسیسات برقی (نظارت) اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ ..... ۳۹۷
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی (نظارت) اردیبهشت‌ماه ۹۷ ..... ۴۰۴
- آزمون ... تأسیسات برقی (طراحی) اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ ..... ۴۱۳
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی (طراحی) اردیبهشت‌ماه ۹۷ ..... ۴۲۲
- آزمون ... تأسیسات برقی (نظارت) بهمن‌ماه ۱۳۹۷ ..... ۴۳۳
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی (نظارت) بهمن‌ماه ۹۷ ..... ۴۴۰
- آزمون ... تأسیسات برقی (طراحی) بهمن‌ماه ۱۳۹۷ ..... ۴۴۷
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی (طراحی) بهمن‌ماه ۹۷ ..... ۴۵۶
- آزمون ... تأسیسات برقی (نظارت) مهرماه ۱۳۹۸ ..... ۴۶۴
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی (نظارت) مهرماه ۹۸ ..... ۴۷۲
- آزمون ... تأسیسات برقی (طراحی) مهرماه ۱۳۹۸ ..... ۴۷۹
- پاسخنامه آزمون ... تأسیسات برقی (طراحی) مهرماه ۹۸ ..... ۴۸۹
- کلید واژه ..... ۴۹۸
- منابع و مأخذ ..... ۵۰۳

با عنایت خداوند متعال و استقبال داوطلبین آزمون ورود به حرفه مهندسان از کتاب تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی در رشته تأسیسات برقی پس از دریافت نقطه نظرات خوانندگان محترم و همچنین حل سؤالات در کلاس‌های آمادگی آزمون، هم اکنون ویرایش جدید کتاب بر اساس آخرین نسخه قانون نظام مهندسی و مباحث مقررات ملی ساختمان به علاقمندان محترم ارائه می‌گردد.

پاسخ به سؤالات کاملاً تشریحی و با ذکر منابع، مأخذ و نکات مربوطه بوده و شامل آزمون‌های برگزار شده از سال ۱۳۸۳ تا آخرین آزمون می‌باشد. به دلیل تغییر محتوای تعدادی از مباحث مقررات ملی ساختمان، آزمون‌های قبل از سال ۱۳۸۳ از کتاب حذف گردید.

لازم به ذکر است تعدادی از سؤالات آزمون‌ها به دلیل تغییرات در متن مقررات ملی قابل حل نبوده و به جای آن‌ها سؤالاتی مشابه طراحی و در ادامه سؤال ذکر شده است.

یادآوری می‌شود کتاب‌های شرح و درس آزمون‌های نظام مهندسی تأسیسات برقی صلاحیت طراحی و صلاحیت نظارت و اطلاعات عمومی تأسیسات برقی و الزامات آن که مطالب مورد نیاز مربوط به سؤالات آزمون‌ها بطور کامل ارائه شده است بعنوان مکمل این کتاب در دسترس داوطلبین گرامی قرار گرفته است. امید است داوطلبین و خوانندگان گرامی همچون گذشته نظرات و پیشنهادات خود را جهت افزایش کیفیت کتاب از طریق پست الکترونیکی [Info@noavarpub.com](mailto:Info@noavarpub.com) و [pforoughi@yahoo.com](mailto:pforoughi@yahoo.com) به مؤلف متذکر گردند تا در چاپ‌های بعدی کتاب لحاظ گردد.

در پایان از زحمات و تلاش‌های مجدانه مدیریت و کارکنان انتشارات نوآور به ویژه آقای محمدرضا نصیرنیا و کلیه کسانی که با ارائه نظرات و پیشنهادات باعث افزایش کیفیت مطالب کتاب شده‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

## راهنمای جامع چگونگی کسب آمادگی جهت شرکت در آزمون‌های نظام مهندسی

در سال‌های اخیر، شاهد رشد چشمگیر متقاضیان و داوطلبان شرکت در آزمون‌های ورود به حرفه مهندسان (جهت اخذ پروانه اشتغال پایه سه)، که اصطلاحاً آزمون‌های نظام مهندسی نامیده می‌شوند، هستیم. این آزمون برای رشته‌های هفت‌گانه عمران، معماری، تأسیسات برقی، تأسیسات مکانیکی، ترافیک، شهرسازی و نقشه‌برداری برگزار می‌شود.

قبولی در آزمون نظام، مزایای فراوانی برای مهندسان به همراه داشته، و فرصت‌های شغلی زیادی را برای آنان فراهم خواهد کرد. مهندسان، با قبولی در این آزمون، می‌توانند پروانه اشتغال به کار مهندسی در رشته خود را از وزارت راه و شهرسازی دریافت کرده و به عنوان کارشناس ذیصلاح و مجاز سازمان نظام مهندسی در هر یک از صلاحیت‌های «طراحی، اجرا و نظارت» بر ساختمان‌ها فعالیت نمایند. از مزیت‌های داشتن پروانه اشتغال به کار مهندسی، تخصیص یک شماره خاص در نظام مهندسی است که شخصیت حقیقی مهندسان را در رشته مربوطه به شخصیت حقوقی تغییر و ارتقاء می‌دهد. افرادی که دارای پروانه اشتغال باشند، می‌توانند در کارهای تجاری و خدماتی از قبیل تأسیس شرکت و دفاتر مهندسی اقدام نمایند و یا از امتیاز سهمیه خود در شرکت‌های قانونی بهره‌مند گردند. آزمون نظام مهندسی در هر سال دو بار، توسط دفتر امور مقررات ملی ساختمان، و با همکاری سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور و توسط سازمان سنجش آموزش کشور، در هفت رشته اصلی مرتبط با ساختمان برگزار می‌شود.

مهندسان دارای مدرک مهندسی در هر یک از رشته‌های عمران، معماری، تأسیسات برقی، تأسیسات مکانیکی، ترافیک، شهرسازی و نقشه‌برداری، بعد از گذشت ۳ سال از مدرک کارشناسی یا ۲ سال از مدرک کارشناسی ارشد و یا ۱ سال از مدرک دکتری خود و نیز عضویت در سازمان نظام مهندسی، مجاز به شرکت در این آزمون‌ها خواهند بود.

در برخی از رشته‌ها از جمله مهندسی عمران، پروانه اشتغال به کار در سه بخش اجرا، محاسبات و نظارت وجود دارد که برای هر کدام از آنها آزمونی جداگانه برگزار می‌گردد و هر کدام از مهندسیین با قبولی در هر یک از این آزمون‌ها پروانه اشتغال به کار پایه ۳ در آن بخش را دریافت می‌کنند که حدنصاب قبولی در کلیه رشته‌ها، ۵۰ درصد کل نمره می‌باشد.

برای شرکت در آزمون شما باید در موعد مقرر به سایت سازمان مقررات ملی ساختمان مراجعه و ثبت نام کنید. در زمانی که اعلام می‌شود به سایت مراجعه و تأییدیه ثبت نام خود را از سازمان نظام مهندسی دریافت کنید. و در زمان مقرر پرینت کارت ورود به جلسه را بگیرید. کسانی که مدرک کارشناسی ناپیوسته دارند چنانچه مدرک کاردانی آنها مرتبط با مهندسی همان رشته باشد هر ۵ سال سابقه کار با مدرک کاردانی معادل یک سال کارشناسی محاسبه می‌شود. حداکثر تا ۱۰ سال سابقه کاردانی معادل دو سال سابقه کارشناسی در نظر گرفته خواهد شد. همگی این موضوعات را از واحد عضویت سازمان خود سؤال کنید و مطمئن شوید مدرک کاردانی شما با کارشناسی مرتبط هست یا خیر. لازم است بدانید که به غیر از رشته معماری صلاحیت طراحی، سایر آزمون‌ها همگی به صورت تستی برگزار می‌شوند. شما باید به تعداد ۶۰ سؤال پاسخ بدهید. هر کس که حداقل به ۵۰ درصد سؤالات، پاسخ صحیح بدهد، قبول می‌شود یعنی حداقل باید به ۳۰ سؤال، پاسخ صحیح داده شود. در ضمن برای جلوگیری از پاسخ‌های شانسی و تصادفی، هر پاسخ اشتباه، یک سوم، نمره منفی دارد. در سازمان نظام مهندسی، پایین‌ترین درجه پروانه اشتغال به کار پایه ۳ می‌باشد که مهندسانی که دارای این پروانه باشند طبق ماده ۱۱ آیین‌نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، پس از گذشت ۴ سال می‌توانند از پایه ۳ به پایه ۲ و پس از گذشت ۵ سال دیگر از پایه ۲ به پایه ۱ ارتقاء پیدا کنند. طریقه ارتقای پایه در پروانه اشتغال به این صورت است که افراد دارای پروانه اشتغال پایه ۳ در یک سری کلاس‌ها و دوره‌ها شرکت کرده و در یک آزمون داخلی امتحان می‌دهند که به شرط قبولی در آن آزمون و حضور در کلاس‌ها و گذشت زمان کافی می‌توانند ارتقاء پایه داشته باشند.

بهتر و ارجح آن است که داوطلبان، در هر نوبت آزمون، تنها در یک صلاحیت (یعنی یکی از صلاحیت‌های طراحی، نظارت و اجرا) ثبت نام و شرکت نمایند، و تمامی سعی و توان خود را برای قبولی در آن صلاحیت متمرکز کنند تا انشاءالله در هر نوبت، با یک بار آزمون و قبولی در آن، هم در هزینه‌ها و هم در زمان خود صرفه‌جویی نمایند، و شانس قبولی خود را نیز افزایش دهند. مباحث مقررات ملی، و نیز سایر منابع و کتب ذکر شده به عنوان مواد آزمون هر رشته و صلاحیت، در وبگاه دفتر امور مقررات ملی ساختمان به آدرس [www.inbr.ir](http://www.inbr.ir) اعلام می‌شود. اکیداً توصیه می‌شود که داوطلبان گرامی، تمامی این منابع را به طور کامل تهیه کنند. در تهیه و مطالعه منابع آزمون نظام مهندسی، نباید هیچ‌یک از منابع را از قلم انداخت و هیچ مبحثی را نیز نباید دست‌کم گرفت. باور داشته باشید که در این آزمون‌ها، حتی یک تست هم می‌تواند سرنوشت‌ساز باشد. با حذف هر یک از منابع و مباحث، به‌طور تقریبی حداقل دو تا سه تست را از دست خواهید داد. بنابراین، از تمامی منابع آزمون‌ها به خوبی استفاده نمایید. حتماً همه آنها را تهیه، مطالعه و برچسب‌گذاری کنید. با برنامه‌ریزی دقیق و نیز بدون جا انداختن هیچ‌یک از مباحث و منابع، شانس موفقیت خود را به میزان زیادی افزایش می‌دهید.

همان‌گونه که می‌دانید، کلیه آزمون‌های ورود به حرفه مهندسان (جهت اخذ پروانه اشتغال به کار مهندسی)، به صورت کتاب‌باز (*open book*) هستند، و شما می‌توانید به هر تعداد که لازم می‌دانید با خود، کتاب، جزوه، خلاصه برگ و نظایر آنها را به همراه داشته باشید. اکیداً به خاطر داشته باشید که استفاده از تلفن همراه و تبلت در این آزمون‌ها ممنوع و غیرمجاز است. ولی استفاده از ماشین حساب اختیاری است.

تمامی کتاب‌های مورد نیاز خود را در جلسه آزمون به همراه داشته باشید، اما توجه کنید که حتماً باید برای تک‌تک کتاب‌هایی که در جلسه آزمون همراه دارید، برنامه‌ریزی و استراتژی مشخص و سودمندی داشته باشید، وگرنه ممکن است که تعداد زیاد کتب و منابع، بدون داشتن استراتژی و برنامه، در بسیاری از اوقات باعث اتلاف وقت شما شود.

داوطلبان شرکت در آزمون‌های نظام مهندسی را می‌توان اغلب (و نه تماماً) به دو گروه اصلی دسته‌بندی کرد: گروه اول داوطلبانی هستند که می‌خواهند فقط با استفاده از کتب و منابع، همراه با کتاب‌های کلیدواژه، ولی بدون مطالعه لازم، در آزمون شرکت نمایند.

گروه دوم داوطلبانی هستند که از وحشت این امر که چگونه این همه کتاب را مطالعه نمایند، و نیز بنا به این دلیل که می‌گویند ما فرصت نمی‌کنیم تمامی این کتب و منابع را در این زمان کم چند ماهه به طور کامل و خوب مطالعه نماییم، از تهیه و خرید تعدادی از کتب و منابع مربوط به آزمون صرف‌نظر می‌کنند.

عقیده ما بر این است که هر دو گروه فوق، هر یک به نوعی، دچار اشتباه و خطا در نحوه تصمیم‌گیری و نوع نگرش به چگونگی آمادگی برای آزمون هستند. البته این یک واقعیت است که اغلب داوطلبان این آزمون‌ها، به دلیل شاغل بودن، زمان و فرصت بسیار کمی برای مطالعه دارند و از سوی دیگر نیز، دوری چند ساله آنها از محیط دانشگاهی، تا حدودی از آمادگی و شرایط مطلوب زمان دانشجویی‌شان کاسته است. با این وجود، می‌باید توجه داشته باشید که از یک سو، بدون مطالعه لازم، شانس قبولی در آزمون بسیار پایین می‌آید، و از سوی دیگر نیز صرف‌نظر کردن از تهیه بعضی از کتب و منابع، به دلیل کمبود وقت یا حوصله برای مطالعه، به این معنی است که با کنار گذاشتن هر کتاب یا منبع، حداقل ۲ تا ۳ سؤال را از دست خواهید داد. پس، بهتر آن است که کلیه مباحث و منابع آزمون را به طور کامل تهیه کنید.

به این نکته بسیار مهم نیز توجه داشته باشید که همگی منابع الزاماً نیاز به مطالعه کامل ندارند (البته این گفته برای آنانی است که فرصت کمتری برای مطالعه دارند، وگرنه مطالعه کامل تمامی کتاب‌ها مسلماً مفیدتر و بهتر است، ولی این واقعیت را نمی‌توان انکار کرد که عملاً تعداد زیادی از داوطلبان، به دلیل اشتغال به کار و کاهش آمادگی در مقایسه با زمان دانشجویی، این فرصت را ندارند). شما می‌توانید با استفاده هم‌زمان و توأم از کتاب‌ها و منابع آزمون (که کمتر نیاز به مطالعه دارند)، همراه با کتاب‌های کلیدواژه، به بسیاری از سؤالات آزمون پاسخ دهید. مثلاً برای «رشته معماری، صلاحیت اجرا» نیازی نیست که کتاب «نظام فنی و اجرایی کشور» و کتاب‌هایی از این نوع را الزاماً به‌طور کامل مطالعه کنید. حتی اگر این مطالعه را هم انجام دهید، به دلیل این که فرصت مرور آنها را ندارید و مطالب به حافظه موقت ذهن‌تان منتقل می‌شوند، پس از گذشت یک هفته، به احتمال زیاد، بیشتر مطالب را فراموش خواهید کرد، مگر مواردی را که برای خود ثبت‌برداری یا برجسب‌گذاری کرده باشید. بنابراین، باز هم تأکید می‌کنیم که الزاماً نیاز به مطالعه کامل همه کتاب‌ها و منابع آزمون را ندارید، و فقط کافی است هر یک از این نوع منابع و کلیدواژه مربوط به آن‌ها را تهیه نمایید. شما با استفاده صحیح از کتب کلیدواژه، به احتمال زیاد به پاسخ صحیح سؤال می‌رسید. گفتیم: «به احتمال زیاد»، زیرا تشخیص کلیدواژه صحیح سؤال برای یافتن پاسخ، بسیار حائز اهمیت است، و ممکن است داوطلب در این امر دچار اشتباه شود.

استفاده از منابع و کتب خوب و مناسب، و در صورت لزوم و امکان، شرکت در دوره‌های آمادگی آزمون‌های نظام مهندسی، به همراه سعی و تلاش و مطالعه درست و صحیح می‌تواند ضامن موفقیت داوطلبان در آزمون باشد.

◆ نشر نوآور، به عنوان ناشر تخصصی کتب نظام مهندسی، تمام سعی، دانش، تجربه، مهارت و تعهد حرفه‌ای خود را به کار گرفته تا بتواند کتاب‌هایی با کیفیت مطلوب و دارای استانداردهای لازم برای یک کتاب مرجع و مناسب جهت آمادگی آزمون‌های نظام مهندسی را تولید کرده و به منظور خدمت به مهندسان مشتاق به ورود به حرفه مهندسان و نظام مهندسی کشور ارائه نماید.

در تألیف مجموعه کتب نظام مهندسی، از اساتید خبره و مهندسان نخبه کشور که سال‌ها سابقه تدریس در دوره‌های آمادگی آزمون‌های نظام مهندسی را داشته و یا در زمینه تألیف کتب نظام مهندسی فعالیت داشته‌اند، استفاده شده است، تا کتب ارائه شده حتی الامکان خواسته و نیاز گروه هرچه وسیع‌تری از داوطلبان شرکت در آزمون را برآورده نماید. در این راستا، در رشته عمران و معماری از حضور گرانقدر جناب آقای مهندس محمد عظیمی آقداش، پژوهشگر برتر نظام مهندسی که دارای بیش از ۲۰ عنوان کتاب ویژه آزمون‌های نظام مهندسی هستند که همگی با استقبال بسیار فراوان، بارها تجدید چاپ شده‌اند، و نیز جناب آقای محمد حسین علیزاده که ایشان دارای تندیس تجلیل از نخبگان و استعدادهای برتر و همچنین لوح افتخار برای نخبگان و استعدادهای برتر از طرف معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری می‌باشند، بهره‌مند هستیم. در رشته تأسیسات برقی از حضور جناب آقای مهندس پرویز فروغی و در

رشته تأسیسات مکانیکی از جناب آقای مهندس داریوش هادی‌زاده، که هر دو استاد گرامی به‌عنوان اولین مدرّسان با بیش از ۱۶ سال سابقه تدریس در دوره‌های آمادگی آزمون‌های نظام مهندسی هستند، و نیز جناب آقای مهندس پیمان ابراهیمی مدرّس رسمی سازمان نظام مهندسی که ایشان هم سالیان طولانی سابقه تدریس در این دوره‌ها را دارند، استفاده شده است. همین‌جا لازم است از همه این عزیزان که با تحمّل سختی‌های فراوان تألیف، و نیز تحمّل سختی‌های طاقت‌فرسای ویرایش‌ها، اضافات و اصلاحات پس از هر آزمون، ما را یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی نماییم.

ارکان خط مشی نشر نوآور در تولید کتب ویژه آزمون‌های نظام مهندسی ساختمان بر پایه‌های زیر استوار است:

(۱) تمامی کتب خود را متناسب با آخرین ویرایش مباحث ۲۲ گانه مقرّرات ملی ساختمان و نیز آخرین اصلاحیه‌ها و تغییرات آیین‌نامه‌ها، قوانین، مقرّرات و ضوابط کشوری در هر دوره از آزمون‌های نظام مهندسی اصلاح و تکمیل نماید.

(۲) سعی شده است که کتب، تا حد امکان خودآموز باشند تا داوطلب، بدون استفاده از استاد، نیاز خود را برطرف نماید.

(۳) تلاش شده است که با تغییر ویرایش‌های مباحث ۲۲ گانه مقرّرات ملی ساختمان، در کتب تشریح کامل سؤالات خود، سؤالات آزمون‌های دوره‌های قبل را که مباحث آنها تغییر کرده است، و براساس آخرین ویرایش مباحث، پاسخ آن سؤالات امکان‌پذیر نیست را با کمترین تغییر، بر اساس آخرین ویرایش مباحث مقرّرات ملی ساختمان پاسخ دهد، یا از تست‌های تألیفی مشابه استفاده نماید تا سؤالات دوره‌های قبل نیز برای آزمون پیش‌رو و بر اساس آخرین ویرایش‌ها برای آمادگی داوطلبان، مناسب و دارای کارایی لازم باشد.

(۴) سعی شده است که تمامی کتاب‌ها دارای کلیدواژه باشد، و نیز فهرست مطالب کتاب‌ها به طور کامل و ریز آورده شود تا در یافتن مطالب و پاسخ‌ها، زمان هرچه کمتری صرف گردد.

با توجه به توضیحات فوق لازم است که درباره انواع کتاب‌هایی که در آزمون مورد استفاده و نیاز هستند نیز توضیحاتی را ارائه نماییم. توصیه می‌شود که داوطلبان، حتی‌الامکان کتب مباحث مقرّرات ملی ساختمان را، که مربوط به آزمون مربوط به خود می‌باشند، تهیه نمایند. حال، به منظور آشنایی شما داوطلبان عزیز، توضیحاتی را در مورد مجموعه کتاب‌های ویژه آزمون‌های نظام مهندسی از نشر نوآور ارائه می‌نماییم. کتاب‌های ویژه آزمون‌های نظام مهندسی نشر نوآور به ۴ دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

(۱) دسته اول، سری کتاب‌هایی که جزو «منابع آزمون» هستند. این کتاب‌ها را حتماً می‌باید تهیه کرده و در آزمون، همراه خود داشته باشید. مانند کتاب‌های «گودبرداری و سازه‌های نگهبان»، «قانون کار»، «مقرّرات، قوانین و ضوابط حقوقی و انتظامی مرتبط با ساخت و سازها»، «مسائل مکانیکی و برقی در ساختمان»، «مصوّبات شورای عالی شهرسازی و معماری»، «روش‌ها و مسائل اجرایی» و ... برای نتیجه‌گیری بهتر و مؤثرتر، اکیداً توصیه می‌شود که در کنار این نوع کتاب‌ها، حداقل از یکی از انواع کلیدواژه‌های نشر نوآور نیز استفاده گردد.

(۲) دسته دوم، سری کتاب‌های «تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی» است که به منظور کسب مهارت و آشنایی با نحوه سؤالات دوره‌های قبل بسیار مفید و لازم هستند. بعضی از این کتاب‌های دسته دوم، خود به دو تیپ تقسیم می‌شوند:

● تیپ اول: تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی به صورت دوره به دوره است.

● تیپ دوم: تشریح کامل سؤالات طبقه‌بندی شده (بر اساس موضوع سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی) است.

استفاده از کتاب‌های تیپ دوم در شروع کار بسیار مناسب و پرکاربرد است، زیرا اغلب داوطلبان در هنگام مطالعه و آمادگی برای آزمون، مطالب را به صورت موضوع به موضوع می‌خوانند و مایلند که مروری بر سؤالات دوره‌های گذشته آزمون‌های نظام مهندسی، براساس موضوعی که در حال مطالعه هستند، نیز داشته باشند.

مطالعه کتاب‌های تیپ اول، در هفته‌های پایانی بسیار مناسب و پرکاربرد است، زیرا در این زمان، داوطلبان، برای آمادگی هر چه بیشتر در آزمون، مایلند که سؤالات را به طور دوره‌ای و همان‌گونه که در سر جلسه امتحان با آن مواجه می‌شوند، مرور نمایند. به‌هرحال، داشتن یک نوع از هر یک از این دو تیپ کتاب، و ترجیحاً هر دو تیپ آنها، برای آمادگی در آزمون کفایت می‌کند.

(۳) دسته سوم، سری کتاب‌های «شرح و درس آزمون‌های نظام مهندسی» است، که برای تعدادی از رشته‌ها آماده و ارائه شده است. مطالعه این کتاب‌ها، در روزهایی که شما خود را برای شرکت در آزمون آماده می‌نمایید، بسیار مناسب و کارگشا است. این سری کتاب‌ها، بیشتر نیاز شما را پوشش داده و شما را از سایر کتب بی‌نیاز می‌سازند.

(۴) دسته چهارم، سری کتاب‌های «کلیدواژه» است که به منظور پاسخ دادن سریع و آسان بسیاری از سؤالات، بسیار مهم و ضروری هستند. این دسته از کتاب‌ها، خود به ۳ تیپ تقسیم می‌شوند:

● تیپ اول: کلیدواژه‌های مربوط به هر رشته هستند. بسیاری از داوطلبان، این نوع کلیدواژه را تا حدود زیادی می‌شناسند. این

تیپ کلیدواژه شامل کلیدواژه کلیه مواد آزمون هر رشته یعنی مباحث و سایر منابع به طور کامل می‌باشد به عنوان مثال



## بخش اول

نکات مهم و کلیدی مباحث مقررات ملی ساختمان

# نکات مهم و کلیدی مباحث مقررات ملی ساختمان

## ۱- استانداردها، تعاریف و فرمول‌ها

### ۱-۱- استانداردهای مورد استفاده در تأسیسات برقی ساختمان

از آنجایی که ایران عضو کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک است لذا استاندارد مرجع مورد استفاده در تأسیسات برقی ساختمان IEC می‌باشد در جدول زیر به تعدادی از استانداردهای معتبر و پرکاربرد اشاره شده است.

#### جدول ۱-۱- استانداردهای پرکاربرد در تأسیسات برقی ساختمان

نام استاندارد	نام کشور	کد	موضوع
IEC	بین‌المللی	IEC-۶۰۳۶۴	تأسیسات الکتریکی ساختمان‌ها
ISIRI	ایران	ISIRI ۱۹۳۷	آیین‌نامه تأسیسات الکتریکی ساختمان‌ها
VDE - DIN	آلمان	DIN-VDE-۰۲۷۱-۰۲۷۶	نام‌گذاری سیم و کابل
IES	آمریکا	—	جدول چراغ و شدت روشنایی فضاهای مختلف
NFPA	آمریکا	NFPA-۷۲	سیستم‌های اعلام حریق
BS	انگلیس	BS۵۸۳۹	سیستم‌های اعلام حریق
EN	اروپا	EN-۵۴	سیستم‌های اعلام حریق
NFC	فرانسه	NFC-۱۷-۱۰۲	برقگیرهای الکترونیکی
ANSI	آمریکا	—	کدگذاری رله‌های تجهیزات حفاظت و کنترل
IEC	بین‌المللی	IEC - ۴۳۹	ساخت تابلوهای برق فشار ضعیف
IEC	بین‌المللی	IEC - ۲۹۸	ساخت تابلوهای فشار متوسط
IEC	بین‌المللی	IEC - ۱۰۲۴-۱	حفاظت ساختمان‌ها در برابر صاعقه
BS	انگلیس	BS - ۶۶۵۱	حفاظت ساختمان‌ها در برابر صاعقه
IEC	بین‌المللی	IEC - ۶۰۲۲۵	رله‌های الکتریکی
IEC	بین‌المللی	IEC - ۶۰۲۶۹	فیوزهای فشار ضعیف
IEC	بین‌المللی	IEC-۶۱۷	علائم الکتریکی
EN	اروپا	EN۸	آسانسور و پلکان برقی
BS	انگلیس	BS۵۸۳۵	آسانسور و پلکان برقی

## ۲-۱- تعاریف

**تجهیزات الکتریکی (electrical equipment):** هر نوع مصالح، لوازم، وسایل و تجهیزاتی است که در تولید، تبدیل، انتقال، توزیع یا مصرف انرژی الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد مانند ترانسفورماتورها، وسایل اندازه‌گیری، وسایل حفاظتی، تجهیزات سیستم‌های سیم‌کشی و وسایل مصرف‌کننده انرژی الکتریکی مانند وسایل خانگی و غیره

**مدار (Circuit):** مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی که از منبعی واحد تغذیه و در برابر اضافه جریان‌ها به کمک وسیله واحدی حفاظت شود.

**مدار نهایی (Final circuit):** مداری است که بدون واسطه به تجهیزات مصرف‌کننده جریان یا به پریزهای برق وصل شده باشد.

**هادی (سیم) (Conductor):** قسمتی از یک کابل است که وظیفه مخصوص آن عبور دادن جریان می‌باشد.

**قسمت برقدار (live part):** هادی یا قسمت‌های هادی است که در هنگام استفاده عادی از آن برقدار است و شامل هادی خنثی (N) نیز می‌باشد ولی طبق قرارداد شامل هادی مشترک حفاظتی - خنثی (PEN) نمی‌باشد.

**هادی خنثی (Neutral Conductor):** هادی است که به نقطه خنثی سیستم وصل می‌باشد و توانایی کمک به انتقال انرژی الکتریکی را دارا می‌باشد.

**هادی حفاظتی خنثی (PEN):** هادی است وصل به زمین که وظایف هادی حفاظتی و هادی خنثی را دارا می‌باشد.

**هادی حفاظتی (PE) Protective Conductor:** هادی است که برای بعضی از اقدامات حفاظتی و تأمین ایمنی در برابر برق‌گرفتگی لازم است.

**کلید خودکار (Circuit Breaker):** وسیله مکانیکی قطع و وصل که قادر است در شرایط عادی مدار جریان‌هایی را وصل یا قطع کند یا از خود عبور دهد و در شرایط مشخص ولی غیرعادی مانند اتصال کوتاه جریان‌هایی را وصل و قطع کند یا به مدتی کوتاه از خود عبور دهد.

جداکننده (*disconnector*)؛ وسیله مکانیکی قطع و وصل است که در حالت قطع فاصله جدایی لازم را طبق مشخصات به وجود می‌آورد. کلید قطع بار (*circuit breaker*)؛ وسیله مکانیکی قطع و وصل است که قادر به وصل، عبور دادن و قطع جریان برق مدار در شرایط عادی می‌باشد، و می‌تواند برای مدتی مشخص جریان‌هایی را در شرایط غیر عادی مدار، مانند اتصال کوتاه تحمل کند.

جریان باقی‌مانده (*Residual Current*)؛ جمع جبری مقادیر آنی جریان‌هایی است که در تمامی هادی‌های برقرار یک مدار در نقطه‌ای از تأسیسات الکتریکی جریان دارند.

وسيله جریان تفاضلی (*Residual Current Device (RCD)*)؛ یک وسیله قطع و وصل مکانیکی یا مجموعه‌ای از وسایل است با هدف باز کردن کنتاکت‌ها در هنگامی که جریان تفاضلی در شرایط معین به مقداری مشخص برسد.

جریان مجاز حرارتی (*Rating Current*)؛ حداکثر شدت جریانی است که می‌تواند بطور دائم و در شرایط معین از هادی عبور کند بدون آنکه دمای پایان آن از مقداری مشخص تجاوز کند.

اضافه جریان: (*Over Current*)؛ شدت جریانی است که از مقدار اسمی تجاوز کند. در مورد هادی‌ها مقدار اسمی، جریان مجاز حرارتی است.

جریان اضافه بار (*Overload Current*)؛ اضافه جریانی است در مداری که خرابی الکتریکی ندارد.

جریان اتصال کوتاه (*short circuit current*)؛ اضافه جریانی است که در نتیجه بروز اتصال یا امپدانس قابل اغماض، بین هادی‌هایی که دارای پتانسیل مختلف‌اند در شرایط عادی برقرار شود.

تماس مستقیم (*direct contact*)؛ تماس افراد یا احشام با قسمت‌های برقرار می‌باشد.

زمین (*earth (ground)*) جرم هادی کره زمین است که پتانسیل الکتریکی آن در هر نقطه به صورت قراردادی برابر صفر است.

الکتروذ زمین (*earth electrode*)؛ یک قسمت هادی یا مجموعه‌ای از قسمت‌های هادی که در تماس نزدیکی با زمین (خاک) بوده و با آن اتصال الکتریکی برقرار می‌کند.

الکتروذ زمین مستقل (*electrically independent earth electrode*)؛ از نظر الکتریکی الکتروذهای زمینی هستند که در چنان فاصله‌ای از همدیگر قرار دارند که در صورت عبور حداکثر جریان ممکن از یکی از آنها بر پتانسیل دیگر الکتروذها اثر قابل ملاحظه‌ای باقی نگذارد.

هادی زمین (*earthing conductor grounding*)؛ یک هادی حفاظتی است که ترمینال یا شینه‌ی اصلی زمین را به الکتروذ زمین وصل می‌کند.

ترمینال اصلی اتصال زمین (*main earth terminal*)؛ ترمینال یا شینه‌ای است که برای وصل هادی‌های حفاظتی، شامل هادی‌های هم‌بندی برای هم ولتاژ کردن و هادی‌های مربوط به اتصال زمین عملیاتی (در صورت وجود) به سیستم زمین پیش‌بینی می‌گردد.

تجهیزات دستی (*hand - held equipment*)؛ تجهیزاتی است قابل حمل با دست که هنگام کار عادی در دست گرفته می‌شود و اگر در آن موتور وجود داشته باشد قسمتی جدانشدنی از تجهیزات را تشکیل دهد.

تجهیزات نصب ثابت (*fixed equipment*)؛ تجهیزاتی است که به نوعی تکیه‌گاه بسته شده یا به نحوی دیگر در محلی مشخص محکم شده باشند.

هم‌بندی برای هم ولتاژ کردن (*equipment Bonding*)؛ اتصالات الکتریکی‌اند که بدنه‌های هادی مختلف و قسمت‌های هادی بیگانه را در پتانسیلی که اساساً برابر است قرار می‌دهد.

بدنه هادی (*exposed conductive part*)؛ بدنه هادی است مربوط به تجهیزات الکتریکی که می‌توان آن را لمس نمود و در حالت عادی برقرار نیست ولی ممکن است در صورت بروز اتصال برقرار شود.

بدنه هادی بیگانه (*extraneous conductive part*)؛ قسمت هادی است که جزئی از تأسیسات الکتریکی را تشکیل نمی‌دهد ولی ممکن است پتانسیلی را که عموماً پتانسیل زمین است در معرض تماس قرار دهد.

فیوز (*Fuse*)؛ فیوز وسیله‌ای است که از طریق ذوب یک یا چند المان خود که به نحوی مخصوص طراحی و تناسب یافته‌اند، اگر شدت آن از مقداری تعیین شده به مدتی کافی بیشتر شود با قطع جریان برق مداری را که در آن قرار گرفته است باز می‌کند.

تماس غیرمستقیم (*Indirect Contact*)؛ تماس افراد یا احشام با بدنه‌های هادی که در شرایط بروز اتصال برقرار شده‌اند می‌باشد.

ولتاژ تماس (*touch voltage*)؛ ولتاژی است که در هنگام بروز خرابی در عایق بندی بین قسمت‌هایی که در عین حال در دسترس‌اند ظاهر می‌شود.

حداکثر ولتاژ تماس (*Conventional touch voltage limit (UL)*)؛ حداکثر مقدار ولتاژ تماس است که مجاز می‌باشد در شرایطی معین از نظر تأثیر عوامل خارجی، به مدتی نامحدود برقرار بماند.

۳-۱- فرمول‌ها:

توان الکتریکی:  $P = \sqrt{3} \times U_0 \times I \times \cos\Phi$  (V.A) - 3 phase.....  $P = U_0 \times I \times \cos\Phi$  (V.A) - 1 phase

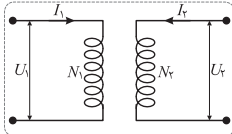
مقاومت الکتریکی:  $R_\theta = R(1 + \alpha\Delta\theta)$  ( $\Omega$ ).....  $R = \frac{\rho \times l}{s} = \frac{l}{\chi \times s}$  ( $\Omega$ )

$\rho$ : مقاومت ویژه ( $\Omega - m$ )،  $l$ : طول هادی ( $m$ )،  $s$ : سطح مقطع هادی ( $m^2$ )،  $\chi$ : ضریب هدایت ویژه ( $\Omega$ )

$\alpha$ : ضریب دمایی،  $\Delta\theta$ : تغییرات دما،  $R_\theta$ : مقاومت در دمای  $\theta$ ،  $R$ : مقاومت در دمای  $T$

نیروی بین دو هادی برق دار :

$$F = \frac{\mu_0 I_1 \cdot I_2 \cdot L}{2\pi a} [N]$$



$L$  طول موثر ( $m$ ),  $a$  فاصله بین هادی‌ها ( $m$ ),  $I_1, I_2$  جریان عبوری از هادی‌ها (آمپر)

ترانسفورماتور :

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}, \quad \frac{Z_1}{Z_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 = a^2$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}, \quad a = \frac{N_1}{N_2}$$

توان در جریان متناوب:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad \text{سه فاز}$$

$$S \text{ توان ظاهری } [V \cdot A]$$

$$U \text{ ولتاژ خط } [V]$$

$$U_0 \text{ ولتاژ فاز } [V]$$

$\cos \phi$  ضریب قدرت

اتصال ستاره و مثلث :

$Q$  توان راکتیو [VAR]

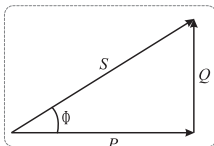
$P$  توان حقیقی [w]

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad \text{تکفاز } S = U_0 \cdot I$$

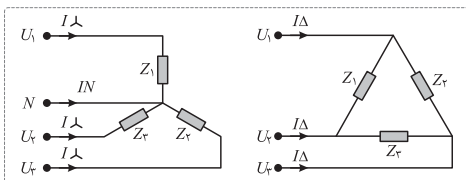
$$P = U_0 \cdot I \cdot \cos \phi \quad \text{تکفاز}$$

$$\text{سه فاز: } P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$



$$\frac{P_\Delta}{P_\lambda} = \frac{3U_{PA} \cdot I_{PA} \cdot \cos \phi}{3U_{P\lambda} \cdot I_{P\lambda} \cdot \cos \phi} = \frac{\sqrt{3}U_{P2} \cdot \sqrt{3}I_{P2}}{U_{P\lambda} \cdot I_{P\lambda}} = 3 \Rightarrow P_\Delta = 3P_\lambda$$



$$U_{PA} = \sqrt{3} \cdot U_{P\lambda}$$

$$I_{PA} = \sqrt{3} \cdot I_{P\lambda}$$

در اتصال مثلث، توان ۳ برابر اتصال ستاره است.

$$P_\Delta = \sqrt{3} U_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

$$P_\lambda = \sqrt{3} U_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

## ۲- انشعابات برق

دیپانده، میزان انرژی جذب شده از سیستم برق‌رسانی در خلال زمان مشخص می‌باشد.

حداکثر توان ( $P_m$ ) حداکثر مقداری است که یک وات متر در لحظه اوج مصرف ثبت می‌کند.

بار نصب شده ( $P_c$ ): جمع جبری تمامی مصارف متصل شده به سیستم برق (انشعاب) می‌باشد.

ضریب همزمانی ( $Diversity\ factor$ ): بطور معمول اتصال همزمان تمامی مصارف ( $P_c$ ) به سیستم برق‌رسانی اتفاق نمی‌افتد بنابراین برای محاسبه

حداکثر درخواست (دیپانده) ( $P_D$ ), بار نصب شده ( $P_c$ ) در ضریب همزمانی ( $D_F$ ) ضرب می‌شود.  $P_D = P_c \times D_F$

در تعیین حداکثر درخواست مقادیر لحظه‌ای مبنای محاسبات نمی‌باشد. بعنوان مثال در الکترو موتورهای القایی با روتور قفس سنجایی، هنگام راه

اندازی به روش مستقیم، جریانی معادل ۵ الی ۷ برابر جریان نامی از شبکه دریافت می‌شود. ولی چون این مقدار بصورت لحظه‌ای است، ملاک تعیین

حداکثر درخواست و محاسبه مقاطع سیم و کابل و تجهیزات حفاظت و کنترل نخواهد بود.

مطابق مقررات انشعابات برق (وزارت نیرو) بازه زمانی قدرت ۱۵ دقیقه در نظر گرفته می‌شود.

### ۲-۱- انشعاب برق با توان کمتر از ۳۰ کیلووات

این نوع انشعابات بصورت آمپرآزی مشخص می‌شوند و آمپرآز کشورها مطابق جدول زیر است:

جدول ۲-۱- انشعابات آمپرآزی

موارد استفاده	توان (KW)	تعداد فاز	آمپرآز کشور
روستایی	۳	۱	۱۵
شهری	۵	۱	۲۵
شهری - تجاری	۶/۵	۱	۳۲
مناطق گرمسیر و شرقی (شمال و جنوب کشور)	۱۰	۱	۵۰
مصارف اشتراکی	۹	۳	۱۵
مصارف اشتراکی	۱۵	۳	۲۵
مصارف اشتراکی	۲۰	۳	۳۲

هم اکنون مطابق مقررات انشعابات برق، در انشعابات آمپرایی هزینه انشعاب همان هزینه مصرف انرژی (بار اکتیو) می‌باشد.

هزینه مصرف انرژی = هزینه انشعاب کمتر از ۳۰ کیلووات

### توضیح

در انشعابات آمپرایی تکفاز هر ۵ آمپر معادل ۱ کیلووات و در سه فاز هر ۵ آمپر معادل ۳ کیلووات در نظر گرفته شده و کنترل مستقیماً به خطوط فشار ضعیف عمومی متصل می‌شوند. و وسایل کاهنده جریان (CT) و ولتاژ (PT) استفاده نمی‌شود.

### ۲-۲- انشعابات برق با توان ۳۰ کیلووات و بیشتر

این نوع انشعابات دیماندی نام دارند، در انشعابات دیماندی هزینه دیماند و جریمه توان راکتیو به هزینه‌های انشعاب اضافه می‌شود.

جریمه توان راکتیو + هزینه مصرف انرژی + هزینه دیماند = هزینه انشعاب

ضریب قدرت مبنا در انشعابات برق ۰٫۹ می‌باشد. در انشعابات دیماندی اگر ضریب قدرت مصرف کننده کمتر از ۰٫۹ باشد یا توان راکتیو بیش از ۵۰ درصد توان اکتیو باشد  $[Q] \frac{P}{\varphi}$ ، جریمه توان راکتیو بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

(هزینه مصرف انرژی + هزینه دیماند) ضریب زیان = جریمه توان راکتیو

$$\text{ضریب زیان} = \frac{1 - \cos \varphi}{\cos \varphi} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$\text{هزینه مصرف انرژی + هزینه دیماند} = \frac{0.9}{\cos \varphi}$$

هزینه دیماند براساس قدرت قرائت شده یا ۹۰ درصد قدرت قراردادی (هر کدام که بزرگتر باشد) و به صورت ۳۰ روزه محاسبه می‌شود.

انرژی مصرفی در بازه های زمانی زیر محاسبه می‌گردد:

۱- اوج مصرف در ساعات ۱۸-۲۲ ۲- میان‌باری در ساعات ۱۸-۶ ۳- کم‌باری در ساعات ۶-۲۲

لازم به ذکر است شرایط محیطی منطقه انشعاب و تغییر ساعت رسمی کشور باعث جابجایی زمان های فوق می‌شود.

### نکته

در انشعابات دیماندی برای کاهش جریان و ولتاژ شبکه اعمال شده به کنترل از ترانسفورماتورهای جریان (CT) و ولتاژ (PT) استفاده می‌شود.

اگر انشعاب از شبکه فشار ضعیف تغذیه شود از ترانسفورماتور جریان و اگر از شبکه فشار متوسط تغذیه شود از ترانسفورماتور جریان و ولتاژ استفاده می‌شود.

نحوه اتصال کنترلر به شبکه برق در انشعابات دیماندی و محل نصب کنترلر برق مطابق جدول زیر است:

جدول ۲-۲- انشعابات دیماندی

توان (KW)	نحوه اتصال به شبکه	محل نصب کنترلر برق
۳۰ - ۱۵۰	از طریق خطوط فشار ضعیف عمومی	در ورودی ساختمان
۱۵۰ - ۲۵۰	از طریق خطوط فشار ضعیف عمومی	در ورودی ساختمان
۲۵۰ - ۲۰۰۰	از طریق خطوط فشار متوسط عمومی	در پست پاساژ (احداث پست پاساژ توسط مشترک و واگذاری به شرکت برق)
۲۰۰۰ - ۷۰۰۰	از طریق خط فشار متوسط اختصاصی (انشعاب از پست فوق توزیع برق)	کنترلر در پست فوق توزیع شرکت برق نصب شده و نیازی به احداث و واگذاری پست پاساژ توسط مشترک نمی‌باشد.
< ۷۰۰	از طریق احداث پست فوق توزیع	-

در انشعابات دیماندی که از خطوط فشار ضعیف عمومی تغذیه می‌شوند وضعیت زمین پست برق مطابق جدول زیر می‌باشد.

جدول ۲-۳- زمین پست برق انشعابات دیماندی

توان (KW)	نحوه و اگذاری زمین پست برق
$30 \leq P \leq 150 \text{ KW}$	معااف
$150 \text{ KW} < P \leq 250 \text{ KW}$	بنا به ضرورت و تشخیص شرکت برق مشترک بایستی زمین پست برق را واگذار نماید
$P > 250 \text{ KW}$	زمین پست برق بایستی واگذار شود

## بخش دوم

آزمون‌های ورود به حرفه مهندسان «تأسیسات برقی»

## آزمون ورود به حرفه مهندسان

### تأسیسات برقی (نظارت) بهمن ماه ۹۷

#### ۱- کدام گزینه صحیح می باشد؟

- (الف) ساختمان پریزهای تکفاز به نوعی باید باشد که دوشاخه تجهیزات برقی با عایق بندی کلاس II قابل وصل به پریز باشد.  
(ب) ساختمان پریزهای تکفاز به نوعی باید باشد که دوشاخه معمولی تجهیزات برقی که فاقد اتصال به هادی حفاظتی (PE) است قابل وصل به پریز نباشد.  
(ج) ساختمان پریزهای تکفاز به نوعی باید باشد که دوشاخه تجهیزات برقی با عایق بندی کلاس I قابل وصل به پریز باشد.  
(د) هر سه گزینه صحیح می باشد.

#### ۲- کدام گزینه در مورد جعبه تقسیم پشت کلید پریز صحیح می باشد؟

- (الف) اگر جعبه تقسیم دارای رویه فلزی و لایه عایق در پشت آن باشد لزومی به اتصال هادی حفاظتی PE به آن نمی باشد.  
(ب) اگر جعبه تقسیم دارای رویه عایق و داخل آن فلزی باشد لزومی به اتصال هادی حفاظتی PE به آن نمی باشد.  
(ج) اگر جعبه تقسیم تمام فلزی (رویه و داخل آن) باشد باید به هادی حفاظتی PE متصل گردد.  
(د) گزینه الف و ج هر دو صحیح است.

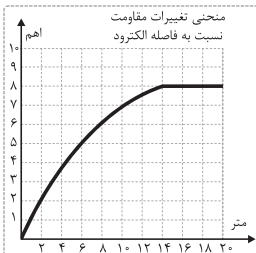
#### ۳- در زمینی که مقاومت ویژه خاک آن $30 \Omega m$ می باشد استفاده از کدامیک از هادی های زیر به عنوان الکتروود زمین می تواند انتخاب مناسبی باشد؟ (جدول صفحه ۱۱۶ راهنمای مبحث ۱۳)

- (الف) فقط مس  
(ب) فقط فولاد گالوانیزه  
(ج) مس و فولاد اوستنیک (ضد زنگ)  
(د) فولاد گالوانیزه و مس
- ۴- طبق مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان هادی های برقرار به کدامیک از گزینه های زیر اطلاق می شود؟

- (الف) هادی یا هادی های فاز  
(ب) هادی یا هادی های فاز + هادی خنثی  
(ج) هادی یا هادی های فاز + هادی حفاظتی - خنثی PEN  
(د) هادی یا هادی های فاز + هادی خنثی + هادی حفاظتی

#### ۵- میلیگردهای فولادی داخل بتن (بتن مسلح) جزء کدام نوع از انواع الکتروودهای زمین می باشد؟

- (الف) الکتروودهای قائم  
(ب) الکتروودهای افقی  
(ج) الکتروودهای صفحه ای  
(د) هیچکدام



مسئله - منحنی نتایج اندازه گیری مقاومت یک الکتروود زمین قائم به طول ۳ متر مطابق شکل زیر ترسیم شده است به سوالات ۶ و ۷ پاسخ دهید:

#### ۶- مقدار مقاومت صحیح الکتروود زمین چند اهم می باشد؟

- (الف) ۵ اهم  
(ب) ۸ اهم  
(ج) برابر طول الکتروود ۳ اهم  
(د) دو برابر طول الکتروود ۶ اهم

#### ۷- جوزه ولتاژ تا چه فاصله ای از الکتروود می باشد؟

- (الف) ۲۰ متر  
(ب) ۶ متر  
(ج) ۱۴ متر  
(د) ۷٫۲ متر

### ۸- کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح می‌باشند؟

- (الف) دو الکتروتود وقتی از هم مجزا تلقی می‌شوند که در حوزه ولتاژ همدیگر قرار نداشته باشند.  
 (ب) دو الکتروتود وقتی موازی تلقی می‌شوند که در حوزه ولتاژ همدیگر قرار نداشته باشند.  
 (ج) حوزه ولتاژی یک الکتروتود از محل خود الکتروتود تا فاصله‌ای دورتر از الکتروتود ادامه دارد که مقاومت الکتروتود از این نقطه به بعد ثابت می‌ماند.  
 (د) گزینه‌های الف و ج صحیح است.

### ۹- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص کابل با هادی آلومینیومی صحیح است؟

- (الف) جنس هادی‌های فاز و خنثی مدارهای نهایی می‌تواند از آلومینیوم باشد.  
 (ب) استفاده از کابل با هادی آلومینیوم در شبکه توزیع و تغذیه میانی با ممانع می‌باشد.  
 (ج) در صورت استفاده از کابل با هادی آلومینیومی در شبکه توزیع سه فاز سطح مقطع آن باید معادل سطح مقطع هادی مس باشد.  
 (د) استفاده از کابل با هادی آلومینیومی در سیستم تکفاز مجاز نمی‌باشد.

### ۱۰- نقطه شروع برای محاسبه افت ولتاژ در مدار نهایی در یک ساختمان که برق آن از پست اختصاصی تغذیه می‌گردد چه می‌باشد؟

- (الف) تابلوی نیمه اصلی ساختمان  
 (ب) تابلوی توزیع خیابانی (شالتر)  
 (ج) تابلوی اصلی ساختمان (تابلوی کنترهوا)  
 (د) تابلوی فشار ضعیف ترانسفورماتور اختصاصی ساختمان

### ۱۱- برای ماشین‌های دوار درجه حفاظت IP۵۴ چه تفسیری دارد؟

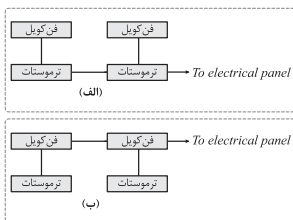
- (الف) در کارکرد ماشین در برابر ورود احتمالی گرد و خاک احتمالی ایجاد نمی‌شود و همچنین در برابر پاشیده شدن آب در تمام جهات اثر سویی بر ماشین ندارد.  
 (ب) ماشین در برابر گرد و خاک به طور کامل و در برابر پاشیده شدن آب تحت زاویه ۶۰ درجه نسبت به خط قائم کاملاً محافظت می‌شود.  
 (ج) ماشین در برابر ورود گرد و خاک و فرورفتن در آب برای زمان محدودی محافظت می‌شود.  
 (د) ماشین در برابر اجسام جامد با قطر بیش از ۱ میلی‌متر و پاشیده شدن قطرات آب بصورت عمودی محافظت می‌شود.

### ۱۲- کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح می‌باشند؟

- (الف) استفاده از مولدهای برق اضطراری با مصرف غیر از گاز شهری برای مصارف سیستم‌های تأمین ایمنی مجاز نمی‌باشد.  
 (ب) استفاده از ژنراتور گازی با مصرف از شبکه گاز شهری فقط برای مصارف سیستم‌های ایمنی مجاز می‌باشد.  
 (ج) استفاده از ژنراتور گازی با مصرف از شبکه گاز شهری فقط برای تأمین برق و در همه موارد سیستم‌های ایمنی و غیر ایمنی مجاز می‌باشد.  
 (د) استفاده از ژنراتور گازی با مصرف از شبکه گاز شهری فقط برای تأمین برق اضطراری به غیر از مصارف سیستم‌های ایمنی مجاز می‌باشد.

### ۱۳- طبق جدول پ-۲-۵-۲ مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان ضریب یکنواختی $\frac{E_{min}}{E_{av}}$ برای اتاق کنفرانس یک ساختمان اداری چه مقدار می‌باشد؟

- (الف) ۰٫۶ (ب) ۰٫۸۵ (ج) ۰٫۴ (د) داده‌ها برای حل مسئله کافی نمی‌باشد.



- ۱۴- دو شکل زیر نحوه برق رسانی به فن کوبل‌ها را نشان می‌دهد (شکل الف) مداربندی از ترموستات به ترموستات و (شکل ب) مداربندی از فن کوبل به فن کوبل می‌باشد.  
 فن کوبل‌ها از نوع سقفی و چهار سرعتی می‌باشند. تعداد رشته سیم‌های ورودی و خروجی در قوطی نصب شده پشت ترموستات در دو شکل چند رشته سیم می‌باشد؟

- (الف) شکل الف ۱۲ رشته - شکل ب ۶ رشته  
 (ب) شکل الف ۱۱ رشته - شکل ب ۵ رشته  
 (ج) شکل الف ۱۰ رشته - شکل ب ۵ رشته  
 (د) شکل الف ۱۲ رشته - شکل ب ۵ رشته

### ۱۵- چنانچه در یک ساختمان شرایط احداث دو الکتروتود زمین مستقل از هم وجود داشته باشد قطعات فلزی سازه پست به کدام الکتروتود وصل می‌شود؟

- (الف) الکتروتود زمین ایمنی  
 (ب) الکتروتود زمین حفاظتی  
 (ج) چنانچه برای تابلوی فشار ضعیف از کفپوش عایقی استفاده شده باشد به الکتروتود زمین ایمنی وصل می‌گردد.  
 (د) محدودیتی در این خصوص وجود ندارد.

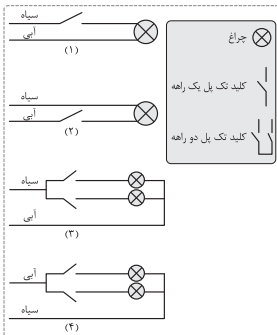
### ۱۶- حداقل سطح مقطع شینه اصلی اتصال زمین با هادی مس چقدر می‌باشد؟

- (الف) ۹۰ میلی‌متر مربع (ب) ۲۵ میلی‌متر مربع (ج) ۷۰ میلی‌متر مربع (د) ۵۰ میلی‌متر مربع

### ۱۷- از نظر عملکرد کلید خودکار (اتوماتیک) محدود کننده جریان اتصال کوتاه مشابه کدامیک از گزینه‌های زیر است؟

- (الف) فیوز (ب) کلید محافظ موتوری (ج) کلید جداکننده (د) کلید خودکار مینیاتوری





۱۸- در سیم کشی یک واحد مسکونی رنگ سبیه برای فاز و رنگ آبی برای نول انتخاب شده است. با توجه به شکل مدارهای زیر کدام یک از مدارها به طور صحیح سیم کشی شده است؟

(الف) مدار شکل ۱ و ۳

(ب) مدار شکل ۲ و ۴

(ج) مدار شکل ۱ و ۴

(د) مدار شکل ۲ و ۳

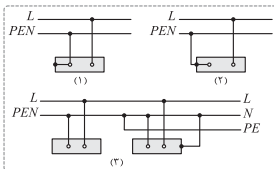
۱۹- کابل ورودی یک تابلوی برق سه فاز تک رشته‌ای می‌باشد. چنانچه به جای کابل تک رشته با همان سطح مقطع از کابل ۳/۵ یا ۴ رشته استفاده شود کدام گزینه صحیح است؟

(الف) با توجه به اینکه جریان کابل ۳/۵ یا ۴ رشته از کابل تک رشته بیشتر می‌باشد لذا برای تابلو مناسب‌تر می‌باشد.

(ب) هیچ گونه تفاوتی بین کابل‌های تک رشته و ۳/۵ و ۴ رشته از بابت جریان مجاز نبوده و لذا انقادی نمی‌افتد.

(ج) با توجه به اینکه جریان کابل تک رشته از کابل‌های ۳/۵ یا ۴ رشته بیشتر می‌باشد لذا ممکن است کابل داغ کرده و آسیب ببیند.

(د) هیچکدام



۲۰- کدام یک از سیم کشی مدارهای زیر صحیح می‌باشند؟

(الف) مدار شکل ۱

(ب) مدار شکل ۲

(ج) مدار شکل ۳

(د) هر سه گزینه صحیح هستند.

۲۱- کدامیک از لامپ‌های زیر درصد خیرگی آن نسبت به لامپ‌های دیگر بیشتر است؟

(ب) فلورسنت

(الف) متال هالید

(د) جیوه‌ای با فشار زیاد و یا کم

(ج) رشته‌ای

۲۲- طبقه‌بندی چراغ‌ها بر چه اساس می‌باشد؟

(الف) درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار

(ب) نوع حفاظت در برابر برق گرفتگی و درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار

(ج) نوع حفاظت در برابر برق گرفتگی

(د) نوع حفاظت در برابر برق گرفتگی، درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار و جنس سطوح نگهدارنده چراغ

۲۳- ایگنیتور در چراغ‌های روشنایی برای چه منظوری است؟

(الف) وسیله‌ای است برای محدود کردن جریان لامپ و تنظیم آن

(ب) وسیله‌ای است که مدار پیش‌گرم‌کننده لامپ فلورسنت را به منظور راه انداختن لامپ بسته یا باز می‌کند.

(ج) وسیله‌ای است برای ایجاد پالس ولتاژ برای راه اندازی لامپ‌های تخلیه ای

(د) هیچکدام

۲۴- با توجه به اینکه سیستم‌های هوشمند (BMS) دارای سه لایه یا سطح به نام‌های سطح اول (سطح فیزیکی)، سطح دوم (سطح اتوماسیون)

و سطح سوم (سطح مدیریت) می‌باشد کنترلر (CONTROLLER) جز کدام لایه می‌باشد؟

(د) داده‌ها برای حل مسئله کافی نمی‌باشد.

(ج) لایه سوم

(ب) لایه دوم

(الف) لایه اول

۲۵- اصطلاح کابل کشی افقی در شبکه کامپیوتری به چه معنایی است؟

(الف) کابلی است که کامپیوتر را به پرز شبکه RJ۴۵ وصل می‌نماید.

(ب) کابلی است که رک‌های فرعی را به رک یا رک‌های اصلی در مرکز کامپیوتر وصل می‌نماید.

(ج) کابلی است که پرزهای شبکه کامپیوتر را به پیچ پانل و هاب سوئیچ در رک فرعی وصل می‌نماید.

(د) مسیرهایی که کابل شبکه به صورت افقی در سقف کاذب‌ها چه در داخل لوله و یا بر روی سینی اجرا شده باشد را گویند.

## پاسخنامه آزمون ورود به حرفه مهندسان تأسیسات برقی (نظارت) بهمن ماه ۹۷

### ۱- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق کتاب راهنمای طرح و اجرای تأسیسات برقی (صفحه ۲۲۰- بند ۶۲۰-۱) برای برقراری ایمنی در صورت بروز اتصالی بین یک فاز و بدنه هادی، تجهیزات کلاس I علاوه بر عایق بندی اولیه (کلاس صفر) از وسایلی استفاده می کنند که تغذیه به تجهیزات صدمه دیده را قطع کند برای قطع سریع مدار در حالت اتصالی در تجهیزات کلاس I لازم است از هادی حفاظتی (PE) استفاده شود. بنابراین پریزهای تکفاز بایستی قابل استفاده برای اینگونه تجهیزات باشند همچنین در تجهیزات کلاس II (عایق بندی مضاعف) بدنه هادی وجود ندارد و در این تجهیزات ترمینال برای وصل هادی حفاظتی (PE) تعبیه نمی شود. با توجه به وجود اینگونه تجهیزات در زندگی (جارو برقی) پریزها بایستی به گونه ای باشد که اینگونه تجهیزات به آن متصل شوند.

### ۲- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق میحت ۱۳ (صفحه ۹۵ - بند ۱۳-۸-۱-۲ و تبصره ۱) چنانچه محفظه های تجهیزات (جعبه تقسیم پشت کلید، پریز و غیره) از جنس عایق نباشند و از جنس هادی (فلزی) باشند باید مانند سایر بدنه های هادی با آنها رفتار شود و آنها را به هادی حفاظتی متصل کرد.  
مطابق تبصره ۱، انواع تجهیزاتی که صفحات رویی فلزی دارند، به شرط داشتن لایه عایق در پشت آن (رویه داخلی) از وصل به هادی حفاظتی معاف خواهند بود.

### ۳- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق کتاب راهنمای طرح و اجرای تأسیسات برقی (صفحه ۱۱۶ - جدول ۴-۶) در زمین با مقاومت ویژه  $\rho = 3 \times 10^8 \Omega m$  فلزات مس و فولاد ضد زنگ (اوستنیتیک) می تواند انتخاب مناسبی باشد.

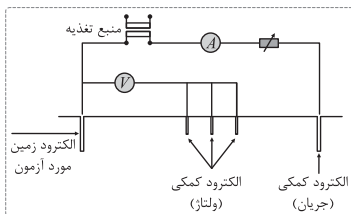
### ۴- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق میحت ۱۳ (صفحه ۶ - بند ۶-۱۳-۲-۳-۱۲) هادی های برقدار هر سیم یا هادی دیگری است که با نیت برقرار شدن آن در بهره برداری عادی مورد استفاده قرار می گیرد و شامل هادی خنثی نیز می باشد ولی به طور قراردادی هادی مشترک حفاظتی خنثی (PEN) را شامل نمی شود.

### ۵- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق میحت ۱۳ (صفحه ۱۶۴ - بند پ ۳-۲-۱۰) میلگردهای فولادی داخل بتن (بتن مسلح) از انواع الکتروود زمین افقی است.

### ۶- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.



مطابق کتاب راهنمای طرح و اجرای تأسیسات برقی (صفحه ۱۴۰ - شکل ۴۹۱-۱) برای اندازه گیری مقاومت یک الکتروود به صورت شکل زیر عمل می شود:

با اتصال منبع تغذیه و عبور جریان از بین الکتروود جریان و الکتروود مورد آزمون روی الکتروود کمکی ولتاژ، ولتاژی القا می شود با تقسیم جریان آمپر متر و ولتاژ ولت متر مقاومت الکتروود به دست می آید،  $R = \frac{U}{I}$ ، با کاهش فاصله الکتروودهای جریان و ولتاژ نسبت به الکتروود مورد آزمون ولت متر عدد کوچک تر و آمپر متر عدد بزرگ تری را نشان می دهد و اندازه گیری مقاومت الکتروود کم تر می شود.

با ترسیم نمودار فاصله و مقاومت ملاحظه می شود که هر چه فاصله الکتروودهای کمکی از الکتروود مورد آزمون بیشتر شود، تا فاصله مشخصی با افزایش فاصله مقاومت نیز افزایش می یابد ولی از حدی بیشتر مقدار مقاومت ثابت می شود که عدد واقعی مقاومت الکتروود آزمون را نشان می دهد.  
در شکل سؤال در فاصله ۱۴ متری و بیش تر مقاومت ثابت می شود (۸ اهم) و مقدار صحیح است.

### ۷- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق توضیحات سؤال ۶ و با توجه به کتاب راهنمای طرح و اجرا (صفحه ۱۴۲ - بند ۴۹۱-۱-۴ و شکل ۴۸۱-۱-۴) با افزایش فاصله از الکتروود قائم پتانسیل کاهش می یابد، حوزه ولتاژ تا جایی است که مقاومت تغییر کند. در این سؤال تا فاصله ۱۴ متری از الکتروود (مطابق نمودار) حوزه ولتاژ است.

### ۸- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق پاسخ سؤالات ۶ و ۷ دو الکتروود اگر در خارج از حوزه ولتاژی همدیگر قرار گیرند مجزا تلفی می شوند و در خارج از حوزه ولتاژ مقاومت ثابت می ماند.

۹- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق مبحث ۱۳ (صفحه ۱۵۷ - بند پ ۱-۳-۲) جنس هادی‌های فاز و خنثی مدارهای نهایی (روشنایی، بریز و غیره) باید از مس باشد (گزینه الف غلط است). مطابق مبحث ۱۳ (صفحه ۱۵۷ - بند پ ۱-۳-۱) استفاده از کابل با هادی آلومینیومی در شبکه توزیع و تغذیه میانی به شرطی که مقطع هادی فاز آن کم‌تر از ۲۵ میلی‌متر مربع نباشد مجاز است. (گزینه ب صحیح است).  
با توجه به ضریب هدایت آلومینیوم (۳۶) نسبت به مس (۵۶) برای انتقال توان مشخصی، سطح مقطع هادی آلومینیومی بایستی بزرگ‌تر از هادی مس باشد. (گزینه ج غلط است).  
مطابق مبحث ۱۳ (صفحه ۱۵۷ - بند پ ۱-۳-۱) هادی‌های فاز و خنثی باید از یک جنس باشند و استفاده از هادی مسی و آلومینیوم (هر دو) مجاز است. (گزینه د غلط است).

۱۰- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق مبحث ۱۳ (صفحه ۸۰) نقطه شروع افت ولتاژ در سیستم برق فشار ضعیف از تابلو SP به بعد حساب می‌آید. اگر ساختمان دارای ترانسفورماتور اختصاصی باشد، افت ولتاژ از این تابلو به بعد مشمول مقررات مبحث ۱۳ است.



۱۱- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق مبحث ۱۳ (صفحه ۲۰۳ - بند پ ۱-۶) درجه حفاظت تجهیزات با IP مشخص می‌شود و دارای دو درجه است و عموماً با یک عدد دو رقمی همراه است رقم اول درجه حفاظت در برابر قسمت‌های برقدار و یا نفوذ اجسام خارجی به محفظه برق‌دار و رقم دوم درجه حفاظت در برابر آب و رطوبت را نشان می‌دهد. (IP xx)  
مطابق مبحث ۱۳ (صفحات ۲۰۶ و ۲۰۷ - جدول پ ۱-۶-۱ و پ ۱-۶-۲) اگر رقم اول ۵ باشد ورود گرد و خاک احتمالی در کارکرد دستگاه اختلالی ایجاد نمی‌کند و اگر رقم دوم ۴ باشد پاشش آب در تمام جهات اثر سویی بر کارکرد دستگاه نخواهد داشت.

۱۲- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

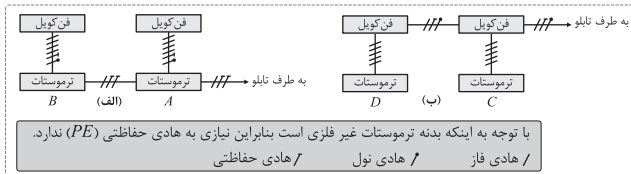
مطابق مبحث ۱۳ (صفحه ۶۲ - بند پ ۱۳-۵-۴) بنا به دلایل زیر استفاده از ژنراتور گازی که در آن از شبکه گاز شهری به عنوان سوخت نیروی محرکه مولد برق اضطراری استفاده می‌شود فقط برای تأمین مصارف برق اضطراری و به غیر از مصارف سیستم‌های تأمین ایمنی می‌توان استفاده کرد. (الف) مدت زمان راه‌اندازی ژنراتورهای گازی بیش از ۱۵ ثانیه می‌باشد.  
(ب) احتمال قطع گاز شبکه شهری به دلایل ناخواسته وجود دارد.

۱۳- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق مبحث ۱۳ (صفحه ۱۷۵ - بند پ ۲-۲) ضریب یکنواختی  $\frac{E_{min}}{E_{av}}$  با توجه به جدول (پ ۲-۵ - صفحه ۱۷۸) با تقسیم حداقل شدت روشنایی (اتاق کنفرانس  $E_{min} = 200 Lux$ ) به مقدار متوسط شدت روشنایی (اتاق کنفرانس  $E_{av} = 500 Lux$ ) به دست می‌آید.

$$\frac{E_{min}}{E_{av}} = \frac{200}{500} = 0,4$$

۱۴- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.



با توجه به اینکه بدنه ترموستات غیر فلزی است بنابراین نیازی به هادی حفاظتی (PE) ندارد.  
/ هادی فاز / هادی نول / هادی حفاظتی (داخل یا مجاور پست) متصل گردد.

مطابق شکل (الف) در قوطی پشت ترموستات حداکثر، تعداد ۱۲ رشته سیم وجود دارد و مطابق شکل (ب) در ترموستات‌ها حداکثر ۵ رشته سیم قرار می‌گیرد.

۱۵- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق مبحث ۱۳ (صفحه ۱۷۱ - بند پ ۱-۱-۱-۲-۶) در صورتی که امکان احداث دو الکترود زمین (به منظور حفاظت سیستم و ایمنی) مستقل از هم وجود داشته باشد، کلیه قطعات فلزی سازه پست به الکترود زمین حفاظتی (داخل یا مجاور پست) متصل گردد.

## ۱۶- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق میحث ۱۳ (صفحه ۱۶۱ - بند پ ۱-۸-۲) حداقل سطح مقطع شینه اصلی اتصال زمین با هادی مسی برابر ۵۰ میلی مترمربع می‌باشد.

## ۱۷- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق میحث ۱۳ (صفحه ۱۰ - بند ۱۳-۲-۳۸) و کتاب راهنمای طرح و اجرا (صفحه ۳۷۳ - بند ۷۱۷ - ۶) وسیله حفاظتی محدودکننده جریان، وسیله‌ای است که عملکرد آن در برابر جریان‌های بسیار شدید به قدری سریع است که در ظرف مدتی کوتاه‌تر از یک ربع یک پرپود ( $\frac{1}{4}T$ ) قبل از اینکه شدت جریان احتمالی به حداکثر خود برسد جریان را قطع و جرقه آن را خاموش می‌کند. وسایل حفاظتی محدودکننده جریان عبارتند از کلیدهای خودکار محدودکننده جریان و فیوزها. بنابراین عملکرد کلید خودکار محدودکننده جریان مشابه فیوز است.

## ۱۸- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق میحث ۱۳ (صفحه ۹۶ - بند ۱۳-۲-۸-۳) کلیدهای کنترل مدارها (از جمله چراغ‌ها) باید هادی فاز را قطع و وصل کند. قطع و وصل هادی خنثی برای کنترل مدار ممنوع است. در شکل‌های ۱ و ۳ کلید هادی فاز را قطع می‌کند و صحیح می‌باشد.

## ۱۹- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

در سطح مقطع یکسان جریان مجاز در کابل‌های تک رشته‌ای بیش‌تر از کابل‌های چند رشته‌ای می‌باشد، و دلیل آن تبادل حرارتی بهتر کابل‌های تک رشته‌ای با هوا می‌باشد.

## ۲۰- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق میحث ۱۳ (صفحه ۱۴۹ - بند پ ۱-۲-۵) اگر در نقطه‌ای از تأسیسات هادی مشترک حفاظتی خنثی (PEN) تفکیک شده و از آن به بعد هادی‌های حفاظتی (PE) و خنثی (N) به طور جداگانه کشیده شوند نباید در هیچ نقطه دیگری بین این دو هادی تماس یا اتصال الکتریکی برقرار کرد. در نقطه تفکیک، هادی مشترک حفاظتی خنثی (PEN) باید به شینه مربوط به هادی حفاظتی (PE) وصل شود. بنابراین شکل ۱ غلط است. و شکل ۲ صحیح می‌باشد.

همچنین مطابق میحث ۱۳ (صفحه ۱۴۳ - شکل پ ۱-۱-۴) در صورتی که هادی مشترک حفاظتی خنثی در سیستم TN-C تفکیک شود و سیستم به TN-S تبدیل شود هادی تفکیک شده بایستی (N) باشد بنابراین شکل ۳ غلط است چون هادی تفکیک شده (PE) است.

## ۲۱- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق نشریه ۱۱۰ جلد ۱ - تجدیدنظر دوم - چاپ ۱۳۸۹ جدول ۴-۷ (صفحه ۲۳ از ۲۹ - فصل ۴) درصد خیرگی لامپ‌های رشته‌ای، فلورسنت و متال هالید زیاد و لامپ جیوه‌ای با فشار زیاد و کم، بسیار زیاد می‌باشد.

## ۲۲- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق نشریه ۱۱۰ جلد اول - تجدیدنظر دوم - چاپ ۸۹ (صفحه ۵ از ۲۹ - بند ۴-۴) چراغ‌ها برحسب نوع حفاظت در برابر برق‌گرفتگی، درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار و جنس سطوح نگهدارنده چراغ طبقه‌بندی می‌شوند.

## ۲۳- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق نشریه ۱۱۰ جلد اول - تجدیدنظر دوم - چاپ ۸۹ (صفحه ۲ از ۲۹ - بند ۴-۲-۱۵) ایگنیتور (Ignitor) وسیله‌ای است که به تنهایی و یا همراه با تجهیزات دیگر، به منظور ایجاد پالس ولتاژ برای راه‌اندازی لامپ‌های تخلیه‌ای که فاقد پیش گرم شدن الکترودها می‌باشند استفاده می‌گردد.

## ۲۴- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق میحث ۱۳ (صفحه ۱۱۶ - بند ۱۳-۹-۸-۱-۳) در یک سیستم اتوماسیون BMS سطوح زیر تعریف می‌شود.

۱- سطح اول (فیزیکی) - برای کنترل، فرمان، نظارت، مشاهده وضعیت و حالت، اندازه‌گیری مصارف، تنظیم و تثبیت عملکرد، ارتباط داده.

۲- سطح دوم (اتوماسیون) - تأمین سیستم‌ها، شرایط و تجهیزات لازم برای اعمال مدیریت

۳- سطح سوم (مدیریت) - تأمین سیستم‌ها، شرایط و تجهیزات لازم برای اعمال مدیریت هوشمند و نیز مدیریت انرژی با نرم‌افزارهای خاص بنابراین کنترلر (Controller) از اجزای سطح اتوماسیون و برای اعمال مدیریت می‌باشد.

## آزمون ورود به حرفه مهندسان

### تأسیسات برقی (طراحی) مهر ۱۳۹۸

مسئله: موتوری با مشخصات زیر مفروض است:  $\eta = 0,89$  راندمان ،  $V = 400V$  ،  $\cos \varphi = 0,87$  ،  $P = 22KW$  ،  
موتور به صورت مستقیم راه اندازی شده و جریان راه اندازی موتور ۵ برابر جریان نامی آن می باشد. مشخصات کنتاکتورهای AC۳ و AC۱  
به شرح زیر تعریف می گردد:

$$AC\ 3 = \frac{\text{جریان وصل و یا قطع قابل تحمل کنتاکتور}}{\text{جریان نامی کنتاکتور}} = 1,5 \quad AC\ 1 = \frac{\text{جریان وصل و یا قطع قابل تحمل کنتاکتور}}{\text{جریان نامی کنتاکتور}} = 8$$

اندازه جریان های نامی کنتاکتورها به شرح زیر می باشد:

به سؤالات ۱ و ۲ پاسخ دهید.  $9A - 12A - 18A - 25A - 32A - 40A - 50A - 65A - 80A - 95A - 115A - 150A - 185A$

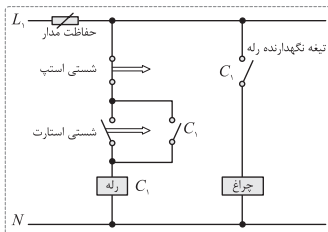
۱- اگر برای تغذیه به موتور از کنتاکتور AC۳ استفاده شود، آمپراژ کنتاکتور برابر است با:

الف) ۵۰A (ب) ۴۰A (ج) ۶۵A (د) ۳۲A

۲- اگر برای تغذیه به موتور از کنتاکتور AC۱ استفاده شود، آمپراژ کنتاکتور برابر است با:

الف) ۱۸۵A (ب) ۵۰A (ج) ۱۵۰A (د) ۱۱۵A

۳- در مدار شکل زیر چنانچه شستی استارت زده شود:



الف) چراغ روشن می شود.

ب) چراغ لحظه ای روشن و سپس خاموش می گردد.

ج) چراغ با یک تأخیر روشن و سپس روشن باقی می ماند.

د) اتفاقی نمی افتد.

۴- کدام یک از گزینه های زیر در خصوص برآورد برق مدار چراغ های نصب ثابت از نوع تخلیه ای در گاز (فلورسنت) صحیح است؟

الف) توان اسمی لامپ های آن به اضافه مصرف بالاست القایی

ب) توان اسمی لامپ های آن به اضافه مصرف بالاست الکترونیکی

ج) توان اسمی لامپ های آن به اضافه مصرف بالاست الکترونیکی ضربدر دو برحسب ولت آمپر

د) گزینه های ۲ و ۳ هر دو صحیح است.

۵- طبقه بندی مولدهای برق براساس زمان تبدیل به چند دسته تقسیم می شوند؟

الف) کمتر از ۱۵ ثانیه

ب) صفر ثانیه - کمتر از ۱۵ ثانیه

ج) صفر ثانیه - کمتر از نیم ثانیه - کمتر از ۱۵ ثانیه

د) صفر ثانیه - کمتر از نیم ثانیه - کمتر از ۱۵ ثانیه - بیشتر از ۱۵ ثانیه

۶- کدام یک از شکل های زیر مناسب برای تغذیه مدار فن کوبلی که جریان مصرفی فن کوبل بیشتر از جریان نامی و قابل تحمل ترموستات

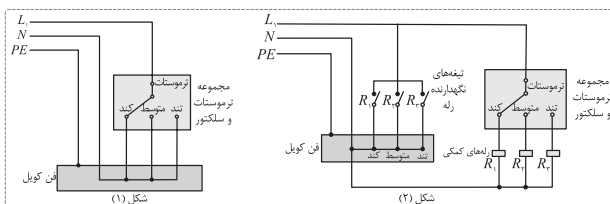
می باشد، صحیح است؟

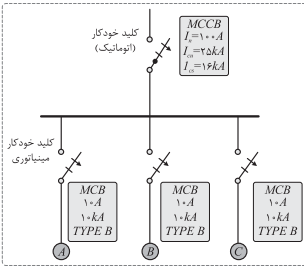
الف) شکل ۱

ب) شکل ۲

ج) شکل ۱ و ۲

د) هیچکدام





د) کلید MCCB، ۱۰۰A با کلیدی با مشخصات جریان نامی ۱۰۰A و  $I_{CS} = I_{CU} = 25kA$  تعویض گردد.

۸- چنانچه قرار باشد باز شدن در تابلوی بانک خازن، پله‌های خازن به طور اتوماتیک از مدار خارج و دشارژ شوند، مناسب‌ترین روش چه می‌باشد؟

(الف) با استفاده از کنتاکتورهای پله‌های بانک خازن و اینترلاک در تابلوی بانک خازن با آنها

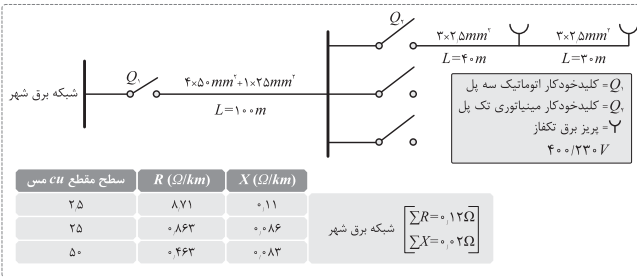
(ب) استفاده از سیستم BMS برای مشخص کردن حالت و وضعیت در ورودی تابلوی بانک خازن به عنوان ورودی و صدور فرمان‌های لازم برای

از مدار خارج کردن پله‌های خازن

(ج) این کار توسط اپراتور باید انجام گیرد.

(د) هیچکدام

- مسئله: شبکه توزیعی مطابق شکل زیر مفروض است:



به سؤالات ۹ و ۱۰ پاسخ دهید.

۹- حداکثر جریان اتصال کوتاه کلید  $Q_2$  چقدر می‌باشد؟

(الف) ۱۰۶۶A (ب) ۱۱۷۳A (ج) ۱۵۰۰A (د) ۱۳۶۳A

۱۰- حداقل جریان اتصال کوتاه کلید  $Q_2$  چقدر می‌باشد؟

(الف) ۲۳۰A (ب) ۱۵۶A (ج) ۱۴۸A (د) ۲۲۲A

۱۱- یکی از روش‌های جلوگیری از بالا رفتن ظرفیت دیزل ژنراتورها به مدار آوردن پله‌های بارها بعد از روشن شدن دیزل ژنراتور می‌باشد، با

فرض اینکه سه بار با مشخصات زیر داشته باشیم مناسب‌ترین گزیننه برای برقراری مدارهای بارها برای تأمین هدف مذکور بعد از روشن

شدن دیزل ژنراتور به چه صورت می‌باشد؟

A = بارهای حیاتی و ایمنی B = بارهای موتوری

C = بارهای مربوط به تجهیزات شبکه کامپیوتری که از طریق UPS تغذیه می‌شوند.

(الف) A و B (ب) A و C (ج) B و A (د) A و C

- مسئله: مصارف برق (غیر از مصارفی که از طریق UPS تغذیه می‌شوند) در یک شعبه بانک ۶۰ آمپر سه فاز می‌باشد، (تمامی مصرف‌کننده‌های

شعبه بانک تکفاز می‌باشند) این شعبه دارای یک UPS با مشخصات زیر می‌باشد:

- توان  $UPS = 20kVA$

- جریان شارژ باطری‌ها = ۱۵٪ جریان نامی UPS ضریب توان = ۰.۹

۴۰۰V  
۲۳۰V

## پاسخنامه آزمون ورود به حرفه مهندسان تأسیسات برقی (طراحی) مهر ۹۸

### ۱- گزینه الف پاسخ صحیح است.

کنتاکتور  $AC_3$  برای راهاندازی بارهای سلفی مانند الکتروموتور که جریان راهاندازی زیادی دارند استفاده می‌شود. آمپراژ کنتاکتور  $AC_3$  متناسب با جریان نامی الکتروموتور انتخاب می‌شود. در این سؤال توان الکتروموتور  $22kW$  است بنابراین جریان نامی و کنتاکتور مورد نیاز برابر است با:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \times \eta} = \frac{22 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.87 \times 0.89} = 41A$$

آمپراژ کنتاکتور بایستی بزرگ‌تر از  $41A$  باشد، و نزدیک‌ترین مقدار  $50A$  است.

### ۲- گزینه ج پاسخ صحیح است.

مطابق اطلاعات مسئله در کنتاکتور  $AC_1$  جریان وصل و یا قطع قابل تحمل کنتاکتور  $1/5$  برابر جریان نامی کنتاکتور می‌باشد. با توجه به اینکه جریان راهاندازی الکتروموتور  $5$  برابر جریان نامی یعنی  $I_s = 5 \times 41 = 205A$  می‌باشد. بنابراین جریان نامی کنتاکتور برابر است با:

$$AC_1 = \frac{205}{1/5} = 136A = \text{جریان نامی کنتاکتور} \Rightarrow 1/5 = \text{جریان وصل و یا قطع قابل تحمل کنتاکتور} / \text{جریان نامی کنتاکتور}$$

حداقل جریان (آمپراژ) کنتاکتور  $136A$  می‌باشد و کنتاکتور  $150A$  انتخاب می‌گردد.

### ۳- گزینه الف پاسخ صحیح است.

با توجه به دیگرام داده شده در سؤال با فشار دادن شستی استارت بوبین کنتاکتور  $C_1$  وصل و بلافاصله کنتاکت‌های  $(NO = Normaly Open)$   $C_1$  و  $C_2$  وصل می‌شود و ضمن برقرار ماندن حالت وصل کنتاکتور چراغ نیز بلافاصله روشن می‌شود.

### ۴- گزینه ب پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۲-۴ (مبحث ۱۳ - صفحه ۴۰ - قسمت پ) درخواست نیروی برق چراغ‌های نصب ثابت از نوع تخلیه در گاز (فلورسنت، بخار سدیم، بخار جیوه، مثال هالید) با بالاست الکترونیکی برابر توان اسمی مصرفی لامپ به اضافه مصرف بالاست آن می‌باشد.

### ۵- گزینه د پاسخ صحیح است.

مطابق جدول ۹-۱ (نشریه ۱۱۰ جلد ۱، صفحه ۵ از ۲۵)

جدول ۹-۱ طبقه‌بندی مولدها بر اساس زمان تبدیل

با وقفه طولانی		با وقفه کوتاه		بدون وقفه	مولد
بیش از ۱۵ ثانیه	کمتر از ۱۵ ثانیه	کمتر از ۰.۵ ثانیه	کمتر از ۰.۵ ثانیه	صفر ثانیه	زمان تبدیل
۴	۳	۲	۱	۱	طبقه‌بندی

### ۶- گزینه ب پاسخ صحیح است.

در شکل ۱ جریان فن کوئل مستقیماً از ترموستات عبور می‌کند و با توجه به اینکه جریان مصرفی فن کوئل بیشتر از جریان تحمل ترموستات می‌باشد، این نحوه اتصال اشتباه است. در شکل ۲ جریان فن کوئل از تیغه‌های رله‌هایی عبور می‌کند که از ترموستات فرمان می‌گیرند. بنابراین جریان مستقیماً از ترموستات عبور نمی‌کند و ترموستات نقش فرمان را دارد و صحیح می‌باشد.

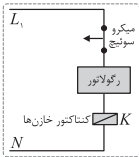
### ۷- گزینه الف پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۶-۲ (مبحث ۱۳ - صفحه ۷۳ - قسمت ث) اگر در یک تابلو از کلیدهای مینیاتوری استفاده شود، باید یک سری فیوز یا کلید خودکار محدودکننده جریان اتصال کوتاه، بالادست آنها در تابلوی مورد بحث و یا در تابلوی بالادست وجود داشته باشد. در صورت استفاده از فیوز، جریان نامی فیوز بالادست کلیدهای مینیاتوری نباید از مقادیر زیر بزرگ‌تر باشد:

- اگر جریان نامی اتصال کوتاه یک یا چند کلید مینیاتوری تا  $1/5$  کیلوآمپر باشد،  $63$  آمپر
- اگر جریان نامی اتصال کوتاه یک یا چند کلید مینیاتوری  $3$  تا  $10$  کیلوآمپر باشد،  $100$  آمپر

۸- گزینه الف پاسخ صحیح است.

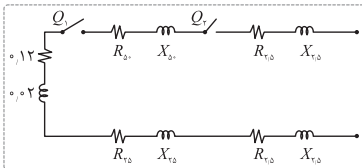
در یک تابلو بانک خازن پله‌های خازنی توسط کنتاکتور خازنی (AC) و با فرمان رگولاتور قطع و وصل می‌شوند. هنگام باز شدن درب تابلو، در صورتی که خازن‌ها شارژ شده باشند ولتاژ روی کنتاکت‌های خازن شارژ شده می‌تواند باعث شوک الکتریکی شود. به منظور جلوگیری از این خطر با قرار دادن یک میکروسوییچ روی درب تابلو و اتصال الکتریکی آن به پله‌های بانک خازن که در هنگام باز شدن درب تابلو باعث قطع شدن خازن‌ها و دشارژ آنها می‌شود می‌توان مشکل را برطرف نمود.



۹- گزینه ب پاسخ صحیح است.

مطابق بند پ ۱-۴-۹ (مبحث ۱۳ - صفحه ۱۵۵) محاسبه جریان اتصال کوتاه مدار با استفاده از رابطه  $Z_a I_a \leq U_0$  انجام می‌شود که در آن امپدانس حلقه اتصال کوتاه،  $I_a$  جریان عملکرد وسیله حفاظتی و  $U_0$  ولتاژ بین هادی فاز و زمین که برابر  $218,5 = 230 \times 0,95$  ولت می‌باشد.

محاسبات امپدانس حلقه اتصال کوتاه در این سؤال به صورت زیر است:



برای محاسبه حداکثر جریان اتصال کوتاه کلید  $Q_2$  باید اتصالی را درست بعد از کلید در نظر بگیریم در این وضعیت امپدانس مسیر شامل امپدانس شبکه و کابل  $4 \times 50$  خواهد بود.

$$\left. \begin{aligned} Z_N &= \sqrt{0,12^2 + 0,7^2} = 0,7121 \Omega \\ Z_{a0} &= \sqrt{(0,463 \times 0,1)^2 + (0,083 \times 0,1)^2} = 0,475 \Omega \end{aligned} \right\} \begin{aligned} Z_a &= Z_N + 2 \times Z_{50} \\ Z_a &= 0,7121 + 2 \times 0,475 \\ Z_a &= 0,715 \Omega \end{aligned}$$

$$I_a = \frac{U_0}{Z_a} = \frac{230 \times 0,95}{0,715} = 1176 A$$

نکته

مطابق بند ۲-۲-۶۴-۱-۲ (راهنمای طرح و اجرای تأسیسات برقی - صفحه ۲۹۸) در محاسبه حداکثر جریان اتصال کوتاه ولتاژ را  $10\%$  بیشتر از ولتاژ نامی در نظر می‌گیریم، که در حالت بی‌باری اتفاق می‌افتد. همچنین اتصالی بین فاز و نول را در نظر می‌گیریم که بیشترین جریان را نتیجه می‌دهد.  $U_0 = 1,1 \times 230 = 2527$

۱۰- گزینه ج پاسخ صحیح است.

با توجه به توضیحات سؤال ۹ در محاسبه حداقل جریان اتصال کوتاه، اتصالی را در دورترین نقطه و ولتاژ را در حداقل مقدار (بیشترین افت ولتاژ) در حالت بی‌باری اتفاق می‌افتد. همچنین اتصالی بین فاز و نول را در نظر می‌گیریم. در این حالت امپدانس حلقه اتصال از آخرین پریز برق تا شبکه برق شهر محاسبه می‌شود.  $218,57 = 230 \times 0,95$  در نظر می‌گیریم.

$$Z_a = Z_N + Z_{50} + Z_{r5} + 2Z_{r5}$$

$$Z_{r5} = \sqrt{(8,71 \times 0,07)^2 + (0,11 \times 0,07)^2} = 0,6097 \Omega$$

$$Z_{r5} = \sqrt{(0,863 \times 0,1)^2 + (0,086 \times 0,1)^2} = 0,86 \Omega$$

$$Z_a = 0,7121 + 0,475 + 0,86 + 2 \times 0,6097 = 1,4733 \Omega$$

$$I_a = \frac{U_0}{Z_a} = \frac{218,5}{1,4733} = 148 A$$

۱۱- گزینه الف پاسخ صحیح است.

با توجه به حساسیت بارهای حیاتی و ایمنی، پس از روشن شدن دیزل ژنراتور اینگونه بارها بایستی ابتدا وصل شوند، همچنین به علت وجود باتری در  $UPS$  که می‌تواند مصارف متصل شده به آن را بدون وجود منبع اصلی (ژنراتور یا شبکه برق) را تغذیه کند، اتصال  $UPS$  به ژنراتور می‌تواند با تأخیر و پس از بارهای موتوری یا بارهای دیگر انجام شود. بنابراین ابتدا بارهای حیاتی و ایمنی، سپس بارهای موتوری و در نهایت  $UPS$  به ژنراتور وصل می‌شوند.